



Universidad Nacional de San Martín  
Fundación Innovación y Tecnología (FUNINTEC)  
Director: Alberto Pochettino

Programa FUTUROS  
Escuela de Posgrado: Agua + Humedales

## **Estudio del impacto del arsénico presente en el agua de bebida animal, sobre la salud y producción de ganado**

(Trabajo de investigación)

*Por Cristina V. Alvarez Gonçalves<sup>1</sup>, Alejo Pérez Carrera<sup>2</sup> y Alicia Fernández Cirelli<sup>3</sup>*

### **Filiación:**

- <sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA, UBA-CONICET) / Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA-UBA)/Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina.
- <sup>2</sup> Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA, UBA-CONICET) / Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA-UBA)/Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina.
- <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA, UBA-CONICET) / Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA-UBA), Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina.

### **Registro del trabajo de investigación en el libro digital**

**Título del capítulo:** Estudio del impacto del arsénico presente en el agua de bebida animal, sobre la salud y producción de ganado

**Autor/es capítulo:** Alvarez Gonçalves, Cristina V.; Pérez Carrera, Alejo; Fernández Cirelli, Alicia.

**Páginas:** 434-440

**Título del libro:** Agua + Humedales

**Edición:** 1ª edición

**Editor:** UNSAM Edita.

**Serie:** Futuros

**Fecha de publicación:** junio 2018

**Páginas:** 485

**Derechos:** Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos, mencionando la fuente.

**Idioma:** Español

### **Identificación y acceso**

**ISBN:** 978-987-4027-68-9

**URL:** <https://www.funintec.org.ar/contenidos/aguahumedales-es-el-primer-libro-de-la-serie-futuros/>

**Cita del capítulo:** Alvarez Gonçalves, Cristina V.; Pérez Carrera, Alejo; Fernández Cirelli, Alicia. (2018) Estudio del impacto del arsénico presente en el agua de bebida animal, sobre la salud y producción de ganado. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita.

### **Área de conocimiento**

**Área:** Recursos naturales

**Categoría:** Ciencias ambientales e ingeniería

**Palabras clave:** PRODUCCIÓN; GANADO VACUNO; AGUA POTABLE; CALIDAD DEL AGUA; ARSÉNICO

Este documento forma parte de la Colección Programa FUTUROS del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín, desarrollado por la Biblioteca Central. El propósito es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica y con reconocimiento de la fuente.



**Disponible en el Repositorio Institucional de la UNSAM**

Alvarez Gonçalves, Cristina V.; Pérez Carrera, Alejo; Fernández Cirelli, Alicia. (2018) Estudio del impacto del arsénico presente en el agua de bebida animal, sobre la salud y producción de ganado. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita. [En línea] Disponible en: Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín: Colección Programa Futuros. (PFAH 2018 TAGPCFC) <http://bit.ly/2gDqQLp> [Fecha de consulta:.....]

# Estudio del impacto del arsénico presente en el agua de bebida animal, sobre la salud y producción de ganado<sup>1</sup>

Cristina V. Alvarez Gonçalvez<sup>2</sup>

Alejo Pérez Carrera<sup>3</sup>

Alicia Fernández Cirelli<sup>4</sup>



Palabras clave: Producción animal; arsénico; inocuidad alimentaria; calidad de agua; ganado bovino.

## 1. Introducción

En contraste con los contaminantes orgánicos, los elementos traza inorgánicos no son degradados en el medio ambiente y se acumulan en el agua, suelo, sedimentos y organismos vivos. Los datos de exposición al arsénico (As) en especies de producción pecuaria son escasos, y no existen trabajos en nuestro país que evalúen la exposición crónica al As. La elevada toxicidad de este elemento exige un riguroso control del agua y el alimento, pues aun en pequeñas dosis puede provocar intoxicación crónica. En estudios previos se reportaron niveles de As en muestras de agua provenientes de perforaciones de la capa freática de algunas regiones de la llanura chaco-pampeana con niveles de As que superaban en muchos casos los

---

1 Se agradece a la Universidad de Buenos Aires y a la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el financiamiento recibido.

2 Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA, UBA-CONICET)/Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA-UBA)/Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina.

3 Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA, UBA-CONICET)/Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA-UBA)/Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina.

4 Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA, UBA-CONICET)/Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA-UBA), Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina.

límites recomendados para su uso como agua de riego y bebida animal [1, 2, 3, 4].

En trabajos previos en nuestro laboratorio, se estudiaron los niveles de As presente en suelos y su efecto sobre la alfalfa (*Medicago sativa*), encontrándose que los niveles de As en las distintas partes de la misma aumentaban con el incremento de la concentración de As en el suelo [5]. Varios autores han estudiado los efectos del riego con aguas arsenicales sobre distintas especies vegetales [6, 7, 8], sin embargo el efecto del riego con aguas con elevado contenido de As en especies forrajeras aún no ha sido estudiado en profundidad [11].

En nuestro laboratorio también se estudiaron los niveles de As y flúor (F) en el agua de bebida animal y en leche cruda proveniente de establecimientos lecheros del sudeste de la provincia de Córdoba, una de las zonas más afectadas de nuestro país por los elevados niveles de As en agua subterránea, detectándose la presencia de As en las mismas [1, 2, 3]. Con los resultados obtenidos de concentración de As en leche cruda y en agua de bebida, se estimó un factor de biotransferencia de As hacia la leche bovina, considerando como único aporte de As a la dieta, el del agua de bebida animal.

Es fundamental abordar el estudio de la distribución del As en los agroecosistemas de la llanura chaco-pampeana y los efectos que este ocasiona sobre los distintos componentes del mismo, así como también acerca de la biotransferencia de elementos traza de interés toxicológico a la cadena agroalimentaria. El objetivo del plan propuesto de tesis doctoral es evaluar el impacto de altos contenidos de As en agua de bebida, suelo y forrajes sobre la salud y producción bovina y la calidad de agroalimentos. En este trabajo se mencionan los principales resultados obtenidos hasta el momento relacionados con la calidad de agua.

Asegurar la cantidad y calidad del recurso hídrico es fundamental para la producción agroganadera. El agua destinada al consumo animal debe cumplir con determinados parámetros de calidad. Dentro del análisis de la calidad del agua destinada a consumo se encuentran tanto los contenidos de sales como la presencia de elementos traza, que pueden tener efectos adversos sobre la producción ganadera. En nuestro país, el decreto 831/93 que reglamenta la Ley de Residuos Peligrosos (Ley 24.051) [9], recomienda las concentraciones máximas de algunas sustancias para la utilización

del agua para bebida animal. Con la finalidad de evaluar el impacto del arsénico en la producción bovina, se realizaron muestreos en establecimientos de la llanura chaco-pampeana con diferentes contenidos de As en agua subterránea. En la región estudiada, la producción agropecuaria es una de las actividades económicas más importantes. En todos los sitios relevados, las tierras se hallan destinadas principalmente a la actividad ganadera.

## 2. Métodos

Se analizó la calidad del agua destinada a bebida animal de establecimientos ganaderos de Buenos Aires y Santiago del Estero. Para ello, en las muestras de agua ( $n=28$ ), se determinaron los principales parámetros físico-químicos y se cuantificaron elementos mayoritarios y traza, tales como As, F, vanadio (V) y boro (B). El análisis físico-químico se realizó según técnicas empleadas habitualmente. La determinación de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) y cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) se realizó por titulación;  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  fueron determinados usando espectrofotometría AAS. Los sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) fueron determinados por espectrofotometría. La cuantificación de los elementos traza se llevó a cabo mediante ICP-OES, en el caso del As, V y B; y usando un electrodo ión selectivo, en el caso del F.

## 3. Resultados

Los resultados del análisis físico-químico de las aguas de bebida animal analizadas se muestran en la tabla 1. Se encontraron niveles elevados de As, que superan en algunos casos los límites recomendados para riego ( $0,1 \text{ mg/L}$  – Ley 24.051), pero no para su uso como agua de bebida animal ( $0,5 \text{ mg/L}$  – Ley 24.051). Así mismo, asociado al As, se encontraron elevados niveles de otros elementos traza tales como F y V. Entre los principales resultados se observó que en las aguas analizadas la concentración de V es superior a la de As. También se encontraron niveles de B que superan los valores permitidos para riego, encontrándose una correlación positiva entre los niveles de estos tres elementos en las muestras de la provincia de Buenos Aires.

Parámetro		Buenos Aires (n=24)				Santiago del Estero (n=4)			
		Nivel máximo	Nivel mínimo	Media	Desvío estándar	Nivel Máximo	Nivel Mínimo	Media	Desvío estándar
Conductividad		1,53	0,25	0,87	0,48	12,51	6,18	9,12	3,14
pH	mS	8,77	7,05	7,80	0,63	8,68	7,76	7,97	0,42
Dureza	mg/L	520	43	205	37	5281	1719	3444	1960
Calcio	mg/L	132	23	74	42	1720	737	1121	253
Magnesio	mg/L	388	70	177	127	3991	859	2317	1232
Potasio	µg/L	663	253	382	138	---	---	---	---
Sodio	g/L	33,7	4,8	12	10,3	---	---	---	---
Cloruros	mg/L	548	9	137	159	5035	2385		
Flúor	mg/L	2,14	0,23	0,98	0,7	---	---	---	---
Boro	µg/L	9,76	7	535	325	---	---	---	---
Vanadio	µg/L	381	ND	154	117	---	---	---	---
Arsénico	µg/L	23	7	25	7	170	49	64	28
Sulfato	mg/L	441	7	89	111	---	---	---	---

ND: No detectado. Límite de detección del V = 10 µg/L.

Tabla 1. Niveles máximos, mínimos y medios de los parámetros físico-químicos en las muestras de agua analizadas hasta el momento.

#### 4. Conclusiones preliminares

Analizando los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que la calidad de agua encontrada en las muestras analizadas es altamente variable. Los resultados, como eran de esperarse, fueron diferentes para las muestras procedentes de ambas provincias; y a pesar de ser Santiago del Estero una zona endémica de HACRE, el agua de todas las muestras puede clasificarse entre buena y regular para su uso como agua

de bebida animal, según la clasificación propuesta por Bonel y Ayub [10] y los parámetros recomendados en la Ley 24.051 [9]. Además, es necesario profundizar los estudios del impacto de la presencia de elementos traza tales como V, que se encuentran en las muestras en niveles considerables, sobre la salud, la producción animal y la calidad de los productos derivados para garantizar así su aptitud para el consumo humano.

## Bibliografía

- [1] Pérez Carrera, A. y Fernández Cirelli, A. (2004). “Niveles de arsénico y flúor en agua de bebida animal en establecimientos de producción lechera (Pcia. de Córdoba, Argentina)”, *Revista de Investigación Veterinaria (INVET)*, 6(1), pp. 51-59.
- [2] Pérez Carrera, A. y Fernández Cirelli, A. (2005). “Arsenic concentration in water and bovine milk in Cordoba, Argentina. Preliminary results”, *Journal of Dairy Research* 72, pp. 122-124.
- [3] Pérez Carrera, A. y Fernández Cirelli, A. (2007a). “Problemática del arsénico en la llanura sudeste de la provincia de Córdoba. Biotransferencia a leche bovina”, *INVET*, 9(1), pp. 123-135.
- [4] Pérez Carrera, A. *et al.* (2007b). “Composición mineral del agua de bebida en sistemas de producción lechera (Córdoba, Argentina)”, *Revista Veterinaria México*, 38(2), pp. 153-164.
- [5] Pérez Carrera, A. y Fernández Cirelli, A. (2014). “Arsenic bio-transference to alfalfa (*Medicago Sativa*)”, *International Journal of Environment and Health*, 7(1), pp. 1-40.
- [6] Beni, C. *et al.* (2011). “Use of Arsenic Contaminated Irrigation Water for Lettuce Cropping: Effects on Soil, Groundwater, and Vegetal”, *Biological trace element research*, 143(1), pp. 518-529.
- [7] Baig, J. A. *et al.* (2011). “Evaluation of arsenic levels in grain crops samples, irrigated by tube well and canal water”, *Food and chemical Toxicology*, 49(1), pp. 265-270.
- [8] Soro, E. M. *et al.* (2011). “Determinación del arsénico en grano entero, industrializado y su persistencia luego de su cocción en muestras de arroz de la provincia de Entre Ríos, Corrientes y Santa Fe”. Ponencia presentada en 1º Taller “El arsénico como factor limitante en la producción agricolaganadera”, Capital Federal, Argentina.
- [9] Decreto Nacional 831/93. Reglamentación de la Ley 24.051. Régimen de desechos peligrosos.
- [10] Bonel, J. y Ayub, G. (1983). “Método para determinar la



calidad de agua de bebida de bovinos y recomendaciones para el ganadero”, *Revista Argentina de Producción Animal* 4, pp. 45-48.

[11] Pérez Carrera, A.; Alvarez Gonçalves, C. V. y Fernández Cirelli, A. (2016). “Transferencefactors as a tool for the estimation of arsenic milk concentration”, *Environmental Science and Pollution Research* 23, pp. 16329-16335.